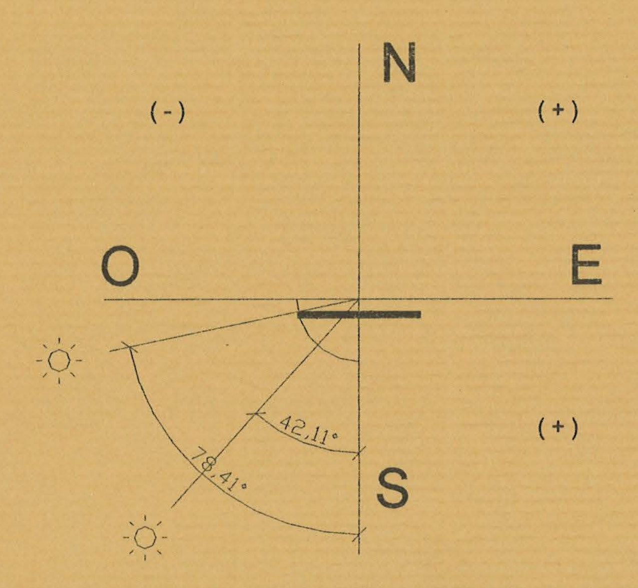
APLICACIONES PRÁCTICAS DE TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO A LA LUZ DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (I)

por

F. JAVIER NEILA GONZÁLEZ

CÉSAR BEDOYA FRUTOS

CONSUELO ACHA ROMÁN



CUADERNOS DEL INSTITUTO JUAN DE HERRERA DE LA *ESCUELA DE ARQUITECTURA DE MADRID*

2-20-20

APLICACIONES PRÁCTICAS DE TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO A LA LUZ DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (I)

por

F. JAVIER NEILA GONZÁLEZ

CÉSAR BEDOYA FRUTOS

CONSUELO ACHA ROMÁN

CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA
DE LA *ESCUELA DE*
ARQUITECTURA
DE MADRID

2-20-20

C U A D E R N O S
D E L I N S T I T U T O
J U A N D E H E R R E R A

0 VARIOS
1 ESTRUCTURAS
2 CONSTRUCCIÓN
3 FÍSICA Y MATEMÁTICAS
4 TEORÍA
5 GEOMETRÍA Y DIBUJO
6 PROYECTOS
7 URBANISMO
8 RESTAURACIÓN

NUEVA NUMERACIÓN

2 Área
20 Autor
20 Ordinal de cuaderno (del autor)

Aplicaciones prácticas de técnicas de acondicionamiento a la luz del Código Técnico de la Edificación

Instituto Juan de Herrera.
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
Gestión y portada: Nadezhda Vasileva Nicheva
CUADERNO 222.01/2-20-20
ISBN-13 (obra completa): 978-84-9728-207-9
ISBN-10 (obra completa): 84-9728-207-8
ISBN-13: 978-84-9728-208-6
ISBN-10: 84-9728-208-6
Depósito Legal: M-31655-2006

En este cuaderno se desarrollan la totalidad de las prácticas que se realizan en la asignatura Técnicas de Acondicionamiento Ambiental y Equipamiento. Todas ellas se aplican al edificio que se adjunta a continuación, situado en la ciudad de Valencia.

Algunas de las prácticas están duplicadas para poder incorporar un segundo ejemplo significativo. En otras, sin duplicarlas, se han duplicado alguno de los casos que aparecen.

Cuando es necesario utilizar alguna tabla, se hace referencia a la bibliografía del libro donde se encuentra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

L1: NEILA, F. Javier, BEDOYA, César. *Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental. Ed. Munilla-Lería. Madrid 2005*

L2: NEILA, F.Javier. *El Sol y la radiación solar. El soleamiento del edificio (I). Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid.*

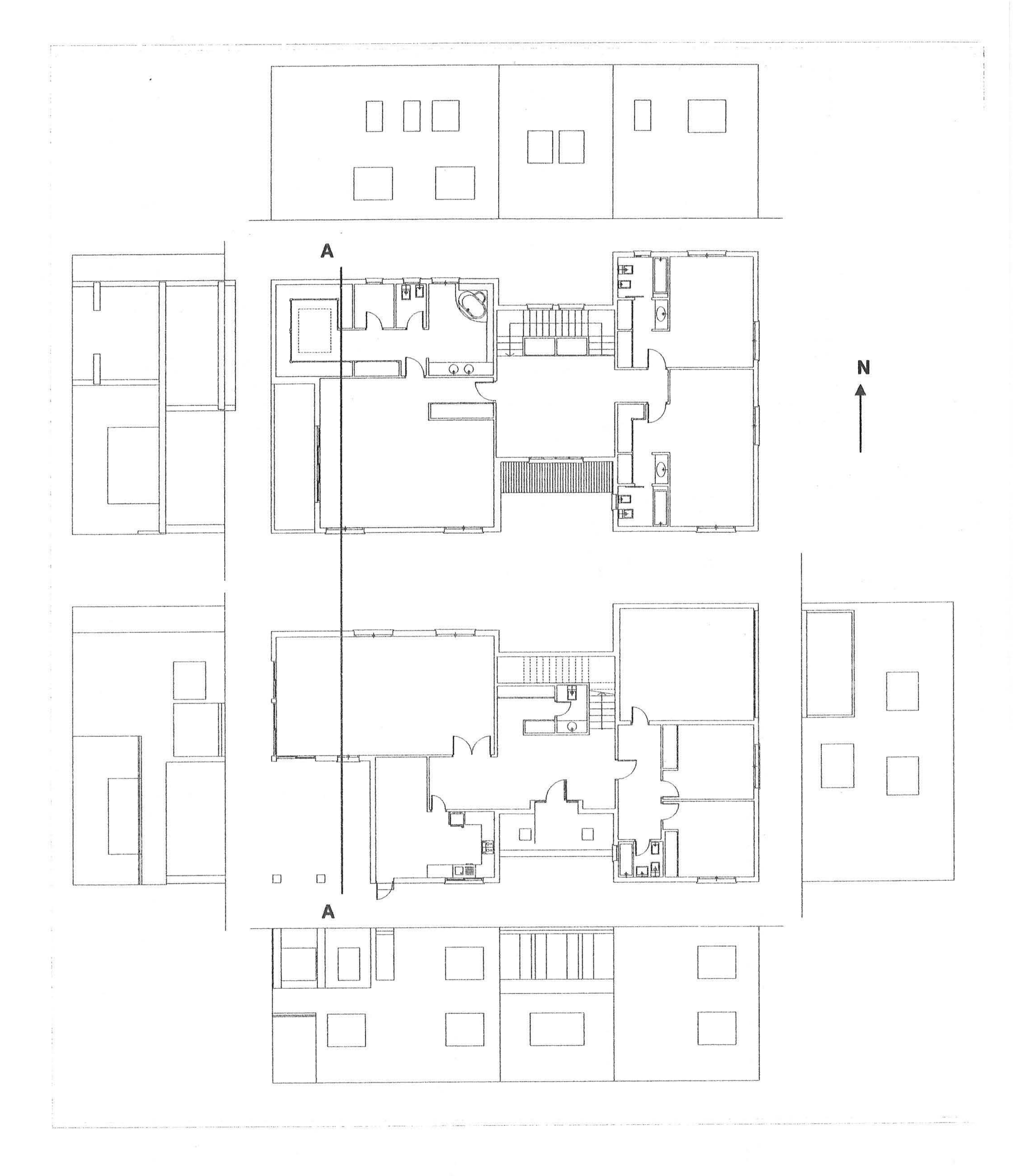
L3: NEILA, F.Javier. *Condiciones de diseño acústico. Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid*.

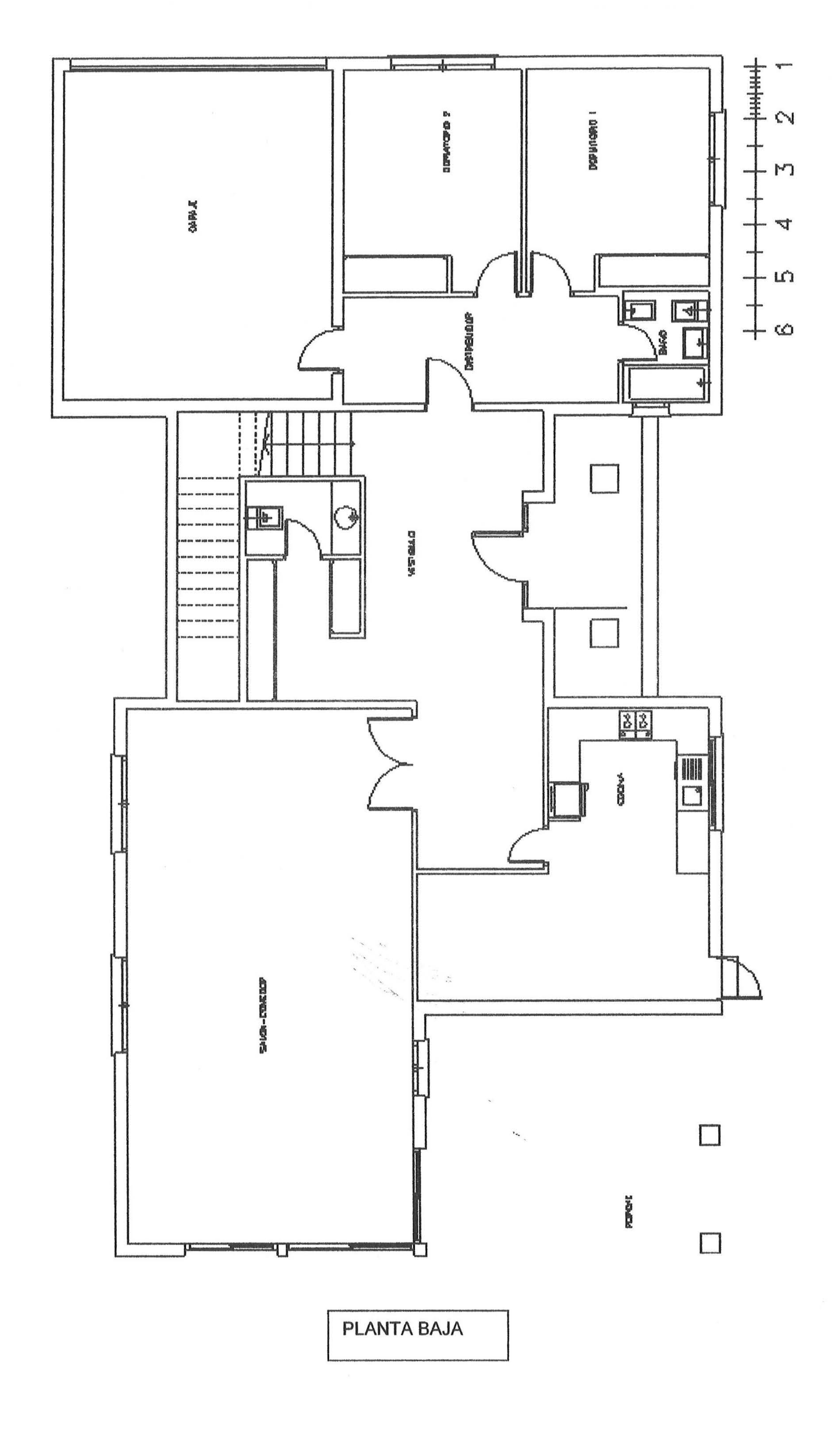
L4: Código Técnico de la Edificación

L2 y L3 están agrupados en la publicación NEILA, F. Javier. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Ed. Munilla-Lería*

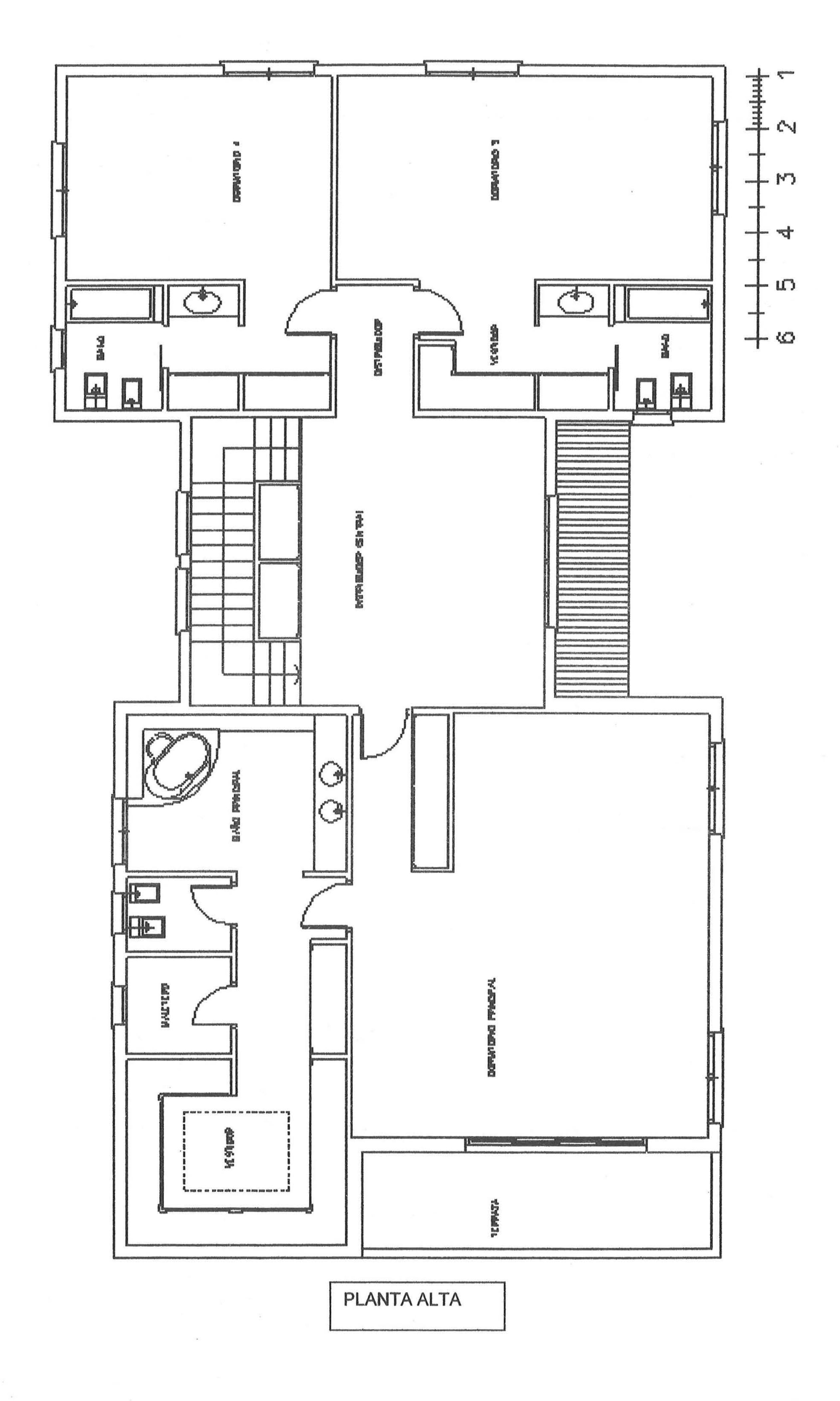
DOCUMENTACIÓN GRÁFICA:

Plano de conjunto (sin escala)
Planta baja (escala gráfica)
Planta alta (escala gráfica)
Alzados norte y sur (escala gráfica)
Alzados este y oeste, sección (escala gráfica)

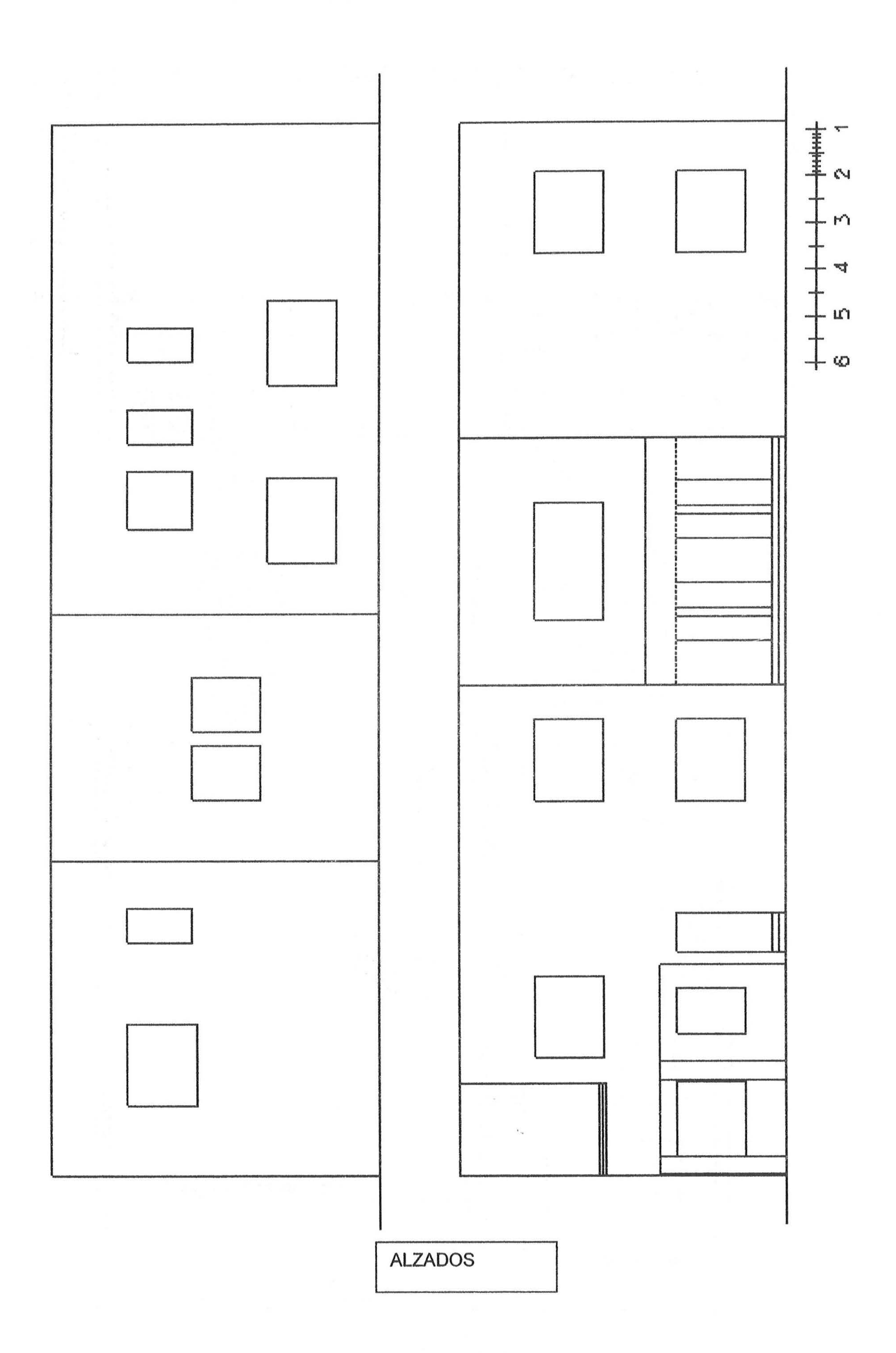

A
N
A



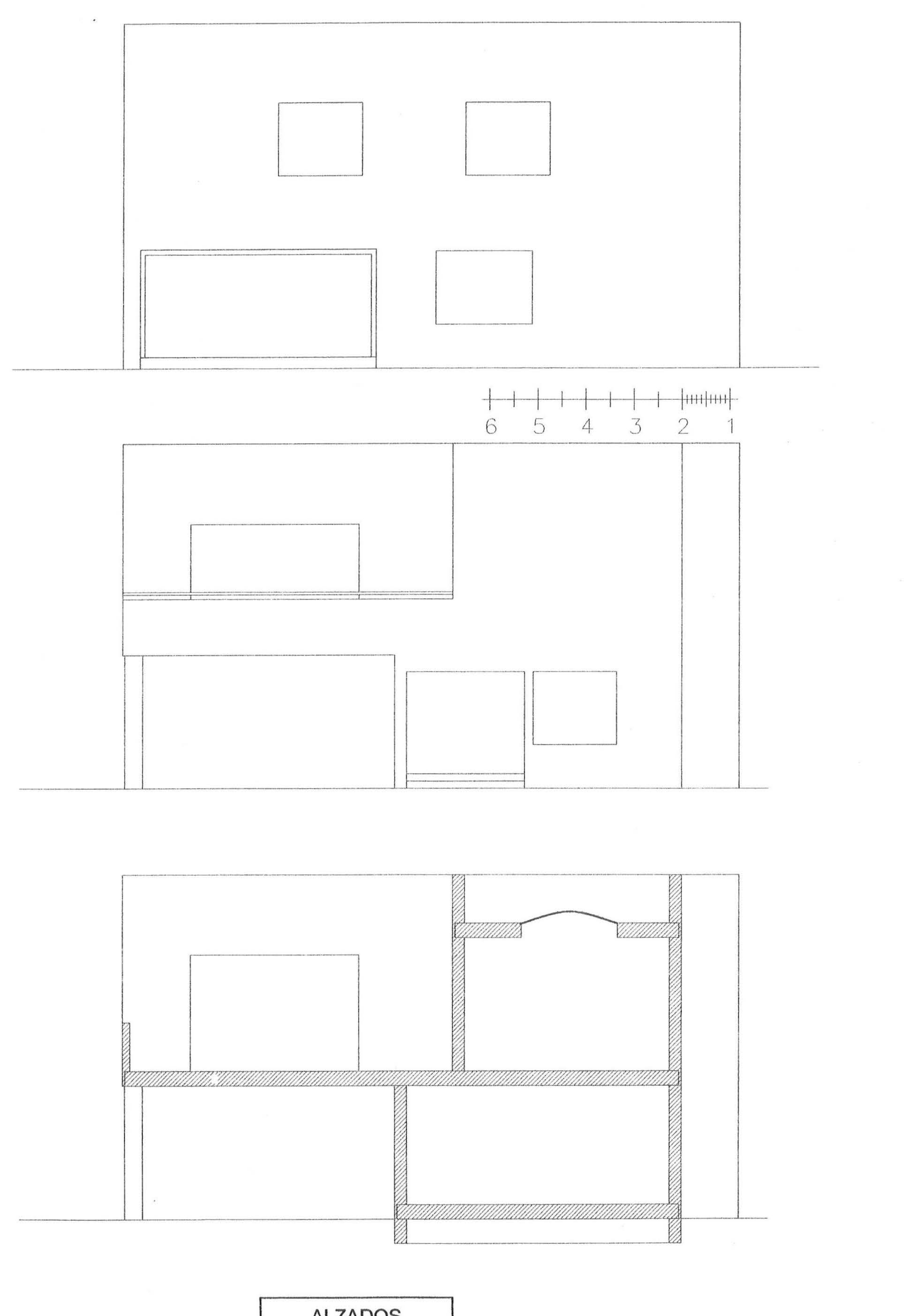
PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



ALZADOS



ALZADOS
SECCIÓN



TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

PRÁCTICA 1.1. Manejo de datos climáticos

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		**INICIAL:**
NOMBRE:	Nº EXP.:	**GRUPO:**

El alumno deberá obtener los diferentes datos climáticos que se le solicitan a continuación, con el objetivo de aplicarlos en los cálculos de acondicionamiento que se desarrollen a lo largo del curso.

Localidad: **Valencia**
Latitud: **39,46º** *(L1-Anexo III)*
Altitud: **15 m**

CONDICIONES DE INVIERNO

Temperatura exterior de cálculo: **1,00 °C (D 97,5)** *(L1-Tabla 1.2)*
Temperatura media de las máximas (enero): **15,10 °C** *(L1-Anexo III)*
Temperatura media de las mínimas (enero): **5,50 °C** *(L1-Anexo III)*
Grados-día en base 15 (periodo de calefacción): **675** °C·día *(L1-Tabla1.1, nov-mar)*

Irradiancia diaria incidente (superficie horizontal en enero): **9036** kJ/m^2.d *(L2, 40º N- cubierta)*
(76+212+332+414+442+414+332+212+76=2.510 W/m^2 x3.6=9036 kJ/m^2.d)

Irradiancia media horaria a través de vidrio simple vertical (sur 12:30 enero): **609 W/m^2**
(De 12:00-13:00h: 609 W/m^2)
(L1, Anexo III Tabla III.2)

Irradiancia media horaria a través de vidrio simple vertical (norte 8:30 enero): **31 W/m^2**
(De 8:00-9:00h: 31 W/m^2)
(L1, Anexo III Tabla III.2)

CONDICIONES DE VERANO

Temperatura exterior de cálculo (seca): **31,80 °C (D1)** *(L1-Tabla 1.2)*
Temperatura exterior de cálculo (húmeda): **22,80 °C** *(L1-Tabla 1.2)*
Humedad relativa para cálculo de cargas: _ % *(se aplicará cuando no haya dato de T húmeda)*
Temperatura media de las máximas (julio): **28,60 °C** *(L1-Anexo III)*
Temperatura media de las mínimas (julio): **19,20 °C** *(L1-Anexo III)*
Oscilación media diaria: **10,8 °C** *(L1-Tabla 1.2)*

Irradiancia diaria incidente (superficie horizontal en julio): **29181,60** kJ/m^2.d *(L2, 40º N- cubierta)*
(22+165+349+540+713+848+934+964+934+848+713+540+349+165+22 = 8106 W/m^2 x3,6 = 29181,6 kJ/m^2.d)

Irradiancia media horaria a través de vidrio simple vertical (sur 12:30 julio): **257 W/m^2**
(De 12:00-13:00h: 257 W/m^2)
(L1, Anexo III Tabla II.2)

Irradiancia media horaria a través de vidrio simple vertical (norte 8:30 julio): **99 W/m^2**
(De 8:00-9:00h:99 W/m^2) *(L1, Anexo III Tabla II.2)*

CÁLCULO DE LA TEMPERATURA HORARIA

Deberá calcularse la temperatura horaria de un día del mes de julio.

Temperatura media de las máximas: **28,60** °C Hora: **15:00**
Temperatura media de las mínimas: **19,20** °C Hora: **3:00**

$$T_{horaria} = \frac{T_M + T_m}{2} - \frac{T_M - T_m}{2} \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{t}{24}\right)$$ en radianes

$$T_{horaria} = \frac{T_M + T_m}{2} - \frac{T_M - T_m}{2} \cdot \cos\left(360 \cdot \frac{t}{24}\right)$$ en grados sexagesimales

HORA DEL DIA	TEMPERATURA HORARIA DIRECTA	TEMPERATURA HORARIA CORREGIDA
1:00	19,36	19,83
2:00	19,83	19,36
3:00	20,58	**19,20**
4:00	21,55	19,36
5:00	22,68	19,83
6:00	23,90	20,58
7:00	25,12	21,55
8:00	26,25	22,68
9:00	27,22	23,90
10:00	27,97	25,12
11:00	28,44	26,25
12:00	**28,60**	27,22
13:00	28,44	27,97
14:00	27,97	28,44
15:00	27,22	**28,60**
16:00	26,25	28,44
17:00	25,12	27,97
18:00	23,90	27,22
19:00	22,68	26,25
20:00	21,55	25,12
21:00	20,58	23,90
22:00	19,83	22,68
23:00	19,36	21,55
24:00	**19,20**	20,58



PRÁCTICA 1.2/1. Coordenadas solares

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		INICIAL:
NOMBRE:	Nº EXP.:	GRUPO:

El alumno deberá obtener las diferentes coordenadas solares para dos días del año a una hora del día.

Localidad: **Valencia**
Latitud: L= **39,46 º** *(L1-Anexo III)*
Hora solar: t= 15:00

Día: 15 de julio
Nd= **196**

Día: 15 de diciembre
Nd= **349**

Angulo horario: $H = 15\cdot(12 - t)$

$H = 15.(12\text{-}15)$
H_{julio} = **- 45 º**

$H = 15.(12\text{-}15)$
$H_{diciembre}$ = **- 45 º**

Declinación:

$$\delta = 23{,}45\cdot sen(360\cdot\frac{284 + Nd}{365})$$

$$\delta = 23{,}45\cdot sen(360\cdot\frac{284 + 196}{365})$$

δ_{julio} = **21,52 º**

$$\delta = 23{,}45\cdot sen(360\cdot\frac{284 + 349}{365})$$

$\delta_{diciembre}$ = **-23,33 º**

Altura solar: $sen\ h = sen\ L\cdot sen\ \delta + cos\ L\cdot cos\ \delta\cdot cos\ H \Rightarrow h = arc\ sen(sen\ L\cdot sen\ \delta + cos\ L\cdot cos\ \delta\cdot cos\ H)$

h_{julio} = **47,82 º**

$h_{diciembre}$ = **14,45 º**

Azimut:

$$sen\ A = \frac{cos\ \delta\cdot sen\ H}{cos\ h}$$

$$cos\ A = \frac{sen\ L\cdot sen\ h - sen\ \delta}{cos\ L\cdot cos\ h}$$

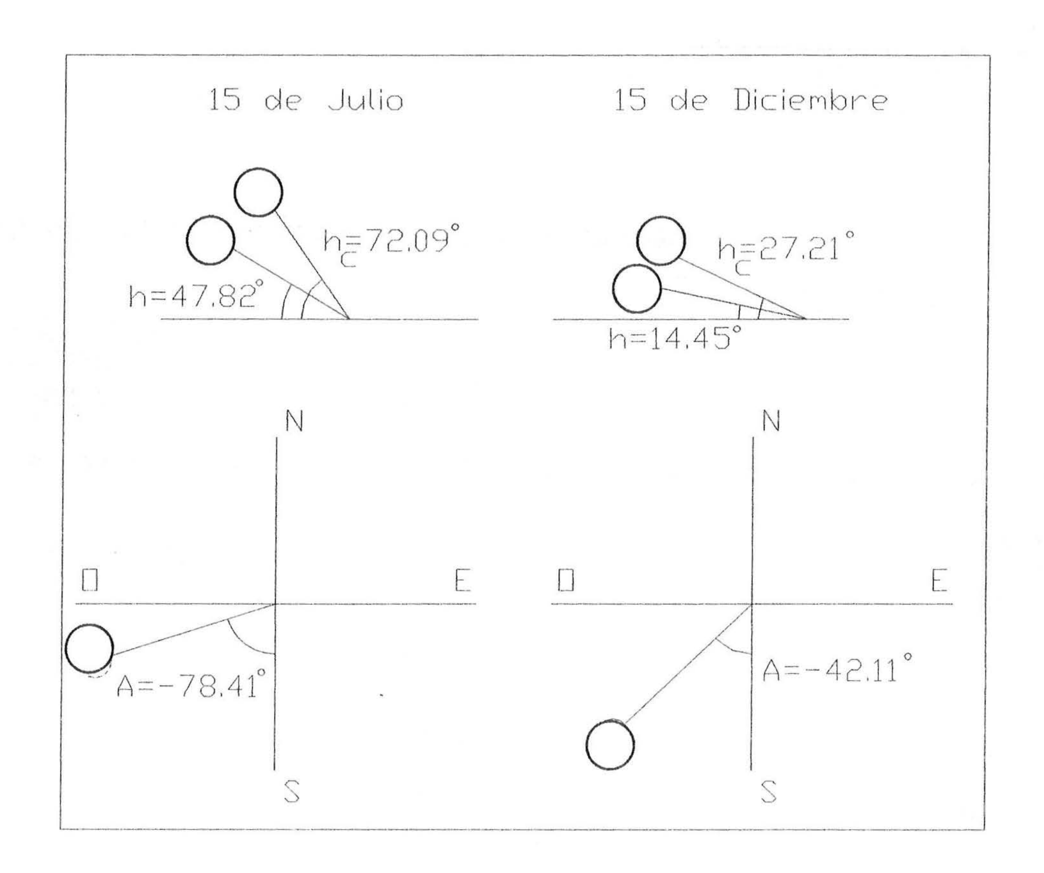
A_{julio} = **- 78,41 º**

$A_{diciembre}$ = **- 42,11 º**

Altura de culminación: $h_C = (90 - L) + \delta$

$h_C = (90\text{-}39{,}46)+21{,}52$
$h_C = 72{,}09$ º

$h_C = (90\text{-}39{,}46) - 23{,}33$
$h_C = 27{,}21$ º


15 de Julio
15 de Diciembre
h_c=72.09°
h=47.82°
h_c=27.21°
h=14.45°
N
O
E
S
A=-78.41°
N
O
E
S
A=-42.11°



TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

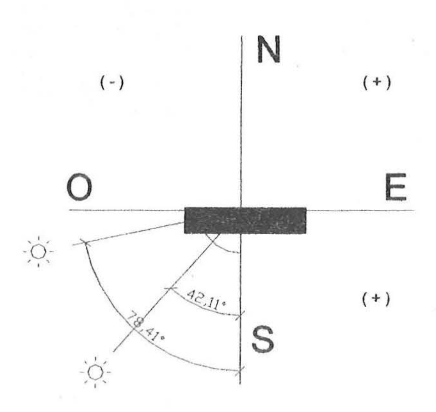
PRÁCTICA 1.2/2(1). Sombreamiento (Ventana a sur)

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		**INICIAL:**
NOMBRE:	Nº EXP.:	**GRUPO:**

El alumno deberá calcular las sombras proyectadas por un retranqueo sobre un acristalamiento orientado a sur. Los datos que se solicitan de los días 15 de julio y 15 de diciembre son los calculados en la práctica anterior, 1.2/1 Coordenadas solares.

Localidad: **Valencia**
Latitud: **39,46º**
Orientación: **Sur**
Altura del ventanal: **1,20 m**
Ancho del ventanal: **1,20 m**
Retranqueo del vidrio con relación a la fachada (a): **0,12**
Hora solar: t = 15:00
Días: 15 de julio y 15 de diciembre



		15 de julio	15 de diciembre
Número del día	(Nd)	196	349
Ángulo horario	(H)	-45 º	-45 º
Declinación	(δ)	21,52 º	-23,33 º
Altura solar	(h)	47,82 º	14,45 º
Acimut	(A)	-78,41 º	-42,11 º

DETERMINACIÓN DE LAS SOMBRAS

Ángulo horizontal de sombra:
AHS = $A_{PARED} - A_{SOL}$ =
= 0-(-78,41)= **78,41º**

Ángulo vertical de sombra:
AVS= arc tg (tg h·sec AHS)=
=arc tg(tg 47,82 ·sec 78,41)= **79,68º**

Longitud horizontal de sombra:
LHS= a· tg AHS=
=0,12 ·tg 78,41 = **0,58 m**

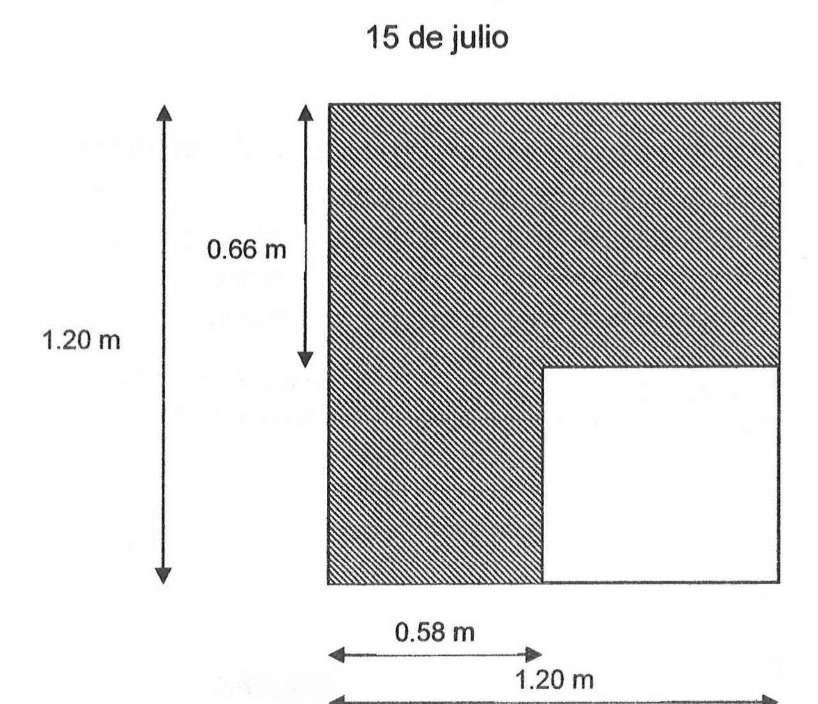
Longitud vertical de sombra:
LVS= a· tg AVS=
=0,12 ·tg 79,68 = **0,66 m**

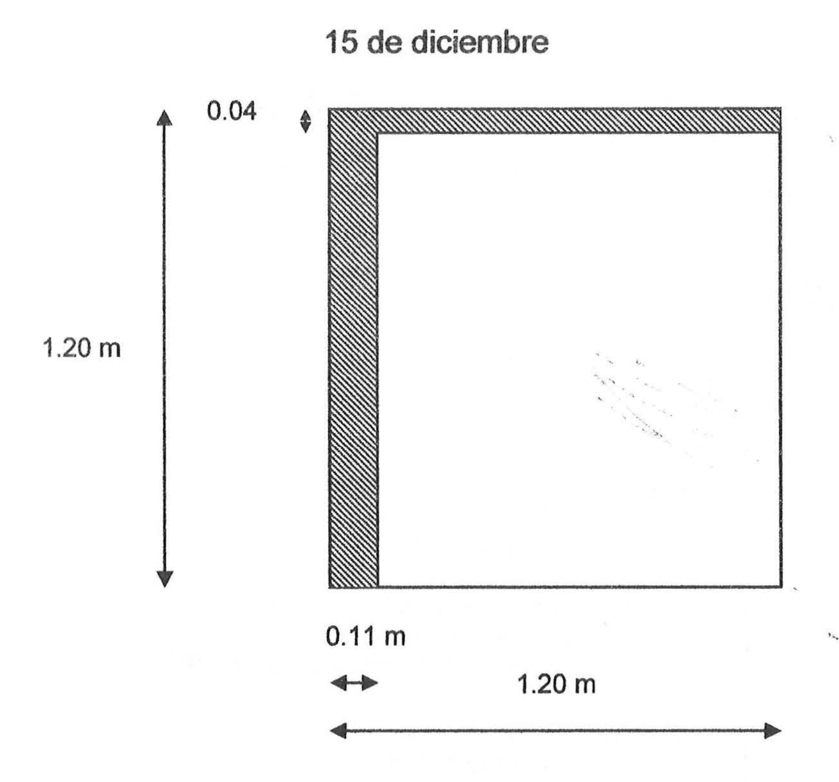
Ángulo horizontal de sombra:
AHS = $A_{PARED} - A_{SOL}$ =
= 0-(-42,11)= **42,11º**

Ángulo vertical de sombra:
AVS= arc tg (tg h·sec AHS)=
=arc tg(tg 14,45 ·sec 42,11)= **19,34º**

Longitud horizontal de sombra:
LHS= a· tg AHS=
=0,12 ·tg 42,11 = **0,11 m**

Longitud vertical de sombra:
LVS= a· tg AVS=
=0,12 ·tg 19,15 = **0,04 m**


15 de julio
0.66 m
1.20 m
0.58 m
1.20 m


15 de diciembre
0.04
1.20 m
0.11 m
1.20 m



TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

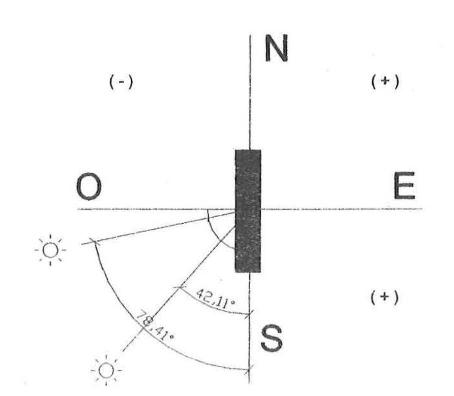
PRÁCTICA 1.2/2(2). Sombreamiento (Ventana a oeste)

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		**INICIAL:**
NOMBRE:	Nº EXP.:	**GRUPO:**

El alumno deberá calcular las sombras proyectadas por un retranqueo sobre un acristalamiento orientado a oeste. Los datos que se solicitan de los días 15 de julio y 15 de diciembre son los calculados en la práctica anterior, 1.2/1 Coordenadas solares.

Localidad: **Valencia**
Latitud: **39,46º**
Orientación: **Oeste**
Altura del ventanal: **1,20 m**
Ancho del ventanal: **1,20 m**
Retranqueo del vidrio con relación a la fachada (a):**0,12**
Hora solar: t = 15:00
Días: 15 de julio y 15 de diciembre



		15 de julio	15 de diciembre
Número del día	(Nd)	196	349
Ángulo horario	(H)	-45 º	-45 º
Declinación	(δ)	21,52 º	-23,33 º
Altura solar	(h)	47,82 º	14,45 º
Acimut	(A)	-78,41 º	-42,11 º

DETERMINACIÓN DE LAS SOMBRAS

Ángulo horizontal de sombra:
$AHS = A_{PARED} - A_{SOL} =$
= |-90-(-78,41)| = **11,59 º**

Ángulo vertical de sombra:
AVS= arc tg (tg h·sec AHS)=
=arc tg(tg 47,82 ·sec 11,59)= **48,41º**

Longitud horizontal de sombra:
LHS= a· tg AHS=
=0,12 ·tg 11,59 = **0,02 m**

Longitud vertical de sombra:
LVS= a· tg AVS=
=0,12 ·tg 48,41 = **0,13 m**

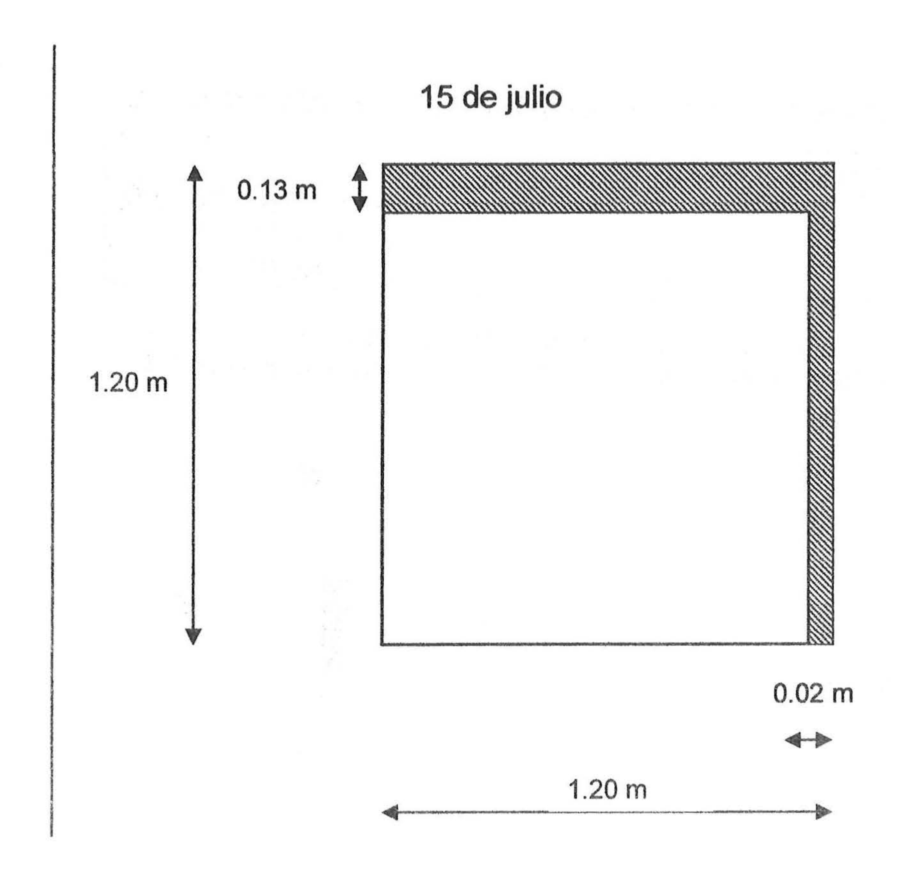
Ángulo horizontal de sombra:
$AHS = A_{PARED} - A_{SOL} =$
= |-90-(-42,11)| = **47,89 º**

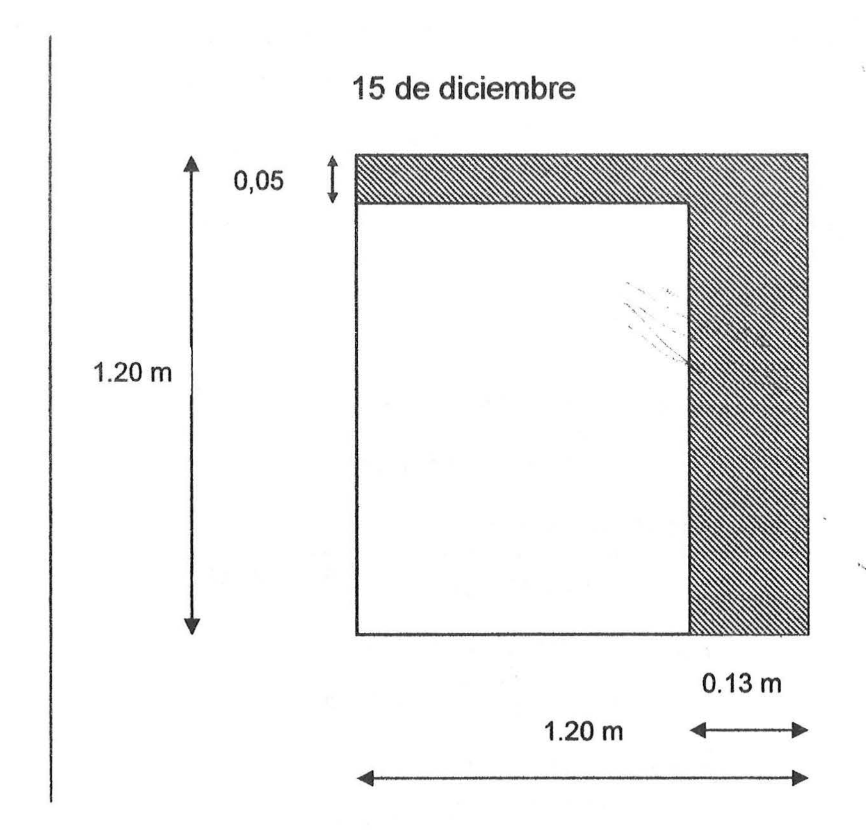
Ángulo vertical de sombra:
AVS= arc tg (tg h·sec AHS)=
=arc tg(tg 14,45 ·sec 47,89)= **21,18º**

Longitud horizontal de sombra:
LHS= a· tg AHS=
=0,12 ·tg 47,89 = **0,13 m**

Longitud vertical de sombra:
LVS= a· tg AVS=
=0,12 ·tg 21,02 = **0,05 m**

DIBUJOS DEL HUECO Y DE LAS SOMBRAS:







TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

PRÁCTICA 1.3. Magnitudes psicrométricas

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		**INICIAL:**
NOMBRE:	Nº EXP.:	**GRUPO:**

El alumno deberá calcular los parámetros psicrométricos de un aire mezcla de dos tipos de aire, obtenido con caudales doble el primero del segundo.

Aire 1: Temperatura seca: **22 °C**
Humedad relativa: **60%**

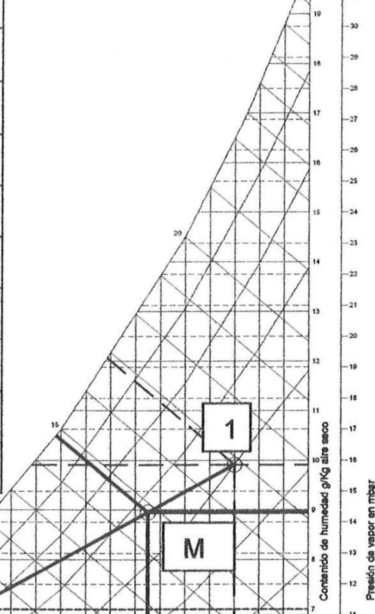
Aire 2: Temperatura húmeda: **10 °C**
Humedad específica: **7 g/kg**

$$HE_m = \frac{HE_1 \cdot m_1 + HE_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \qquad HR = \frac{P_v}{P_{vsat}} \cdot 100 \qquad m = \frac{C}{V_e} \qquad C_1 = 2\,C_2$$

$$P_v = \frac{P_A}{1 + \frac{0,622}{HE}} = \frac{1000}{1 + \frac{0,622}{HE}}$$

i= Ts + HE·(2490 + 1,925·Ts)

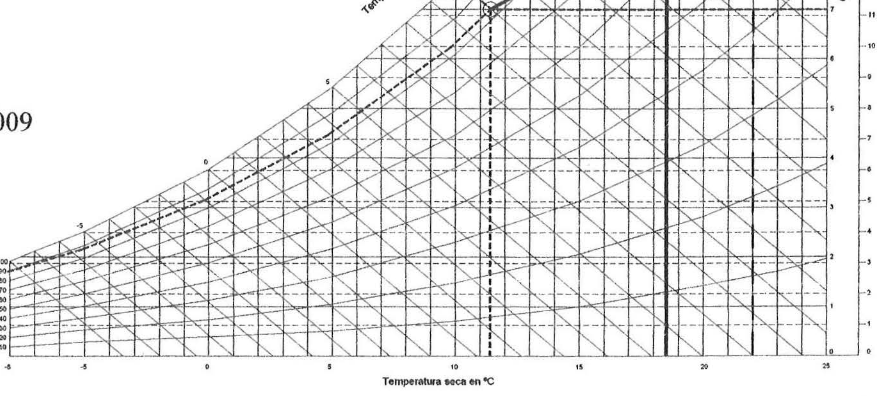
PARÁMETRO	AIRE 1	AIRE 2	AIRE MEZCLA
Temperatura seca (°C)	**22,00**	11,64	17,88
Temperatura húmeda (°C)	16,80	**10,00**	14,42
Humedad relativa (%)	**60,00**	82,00	68,00
Humedad específica (kg/kg)	0,01	**0,007**	0,009
Volumen específico (m^3/kg)	0,85	0,815	0,836
Presión de vapor (mbar)	15,94	11,36	13,94
Entalpía (kJ/kg)	47,32	29,23	40,35
Temperatura de rocío (ºC)	14,20	8,67	12,12
Presión de vapor de saturación (mbar)	26,57	13,85	20,50

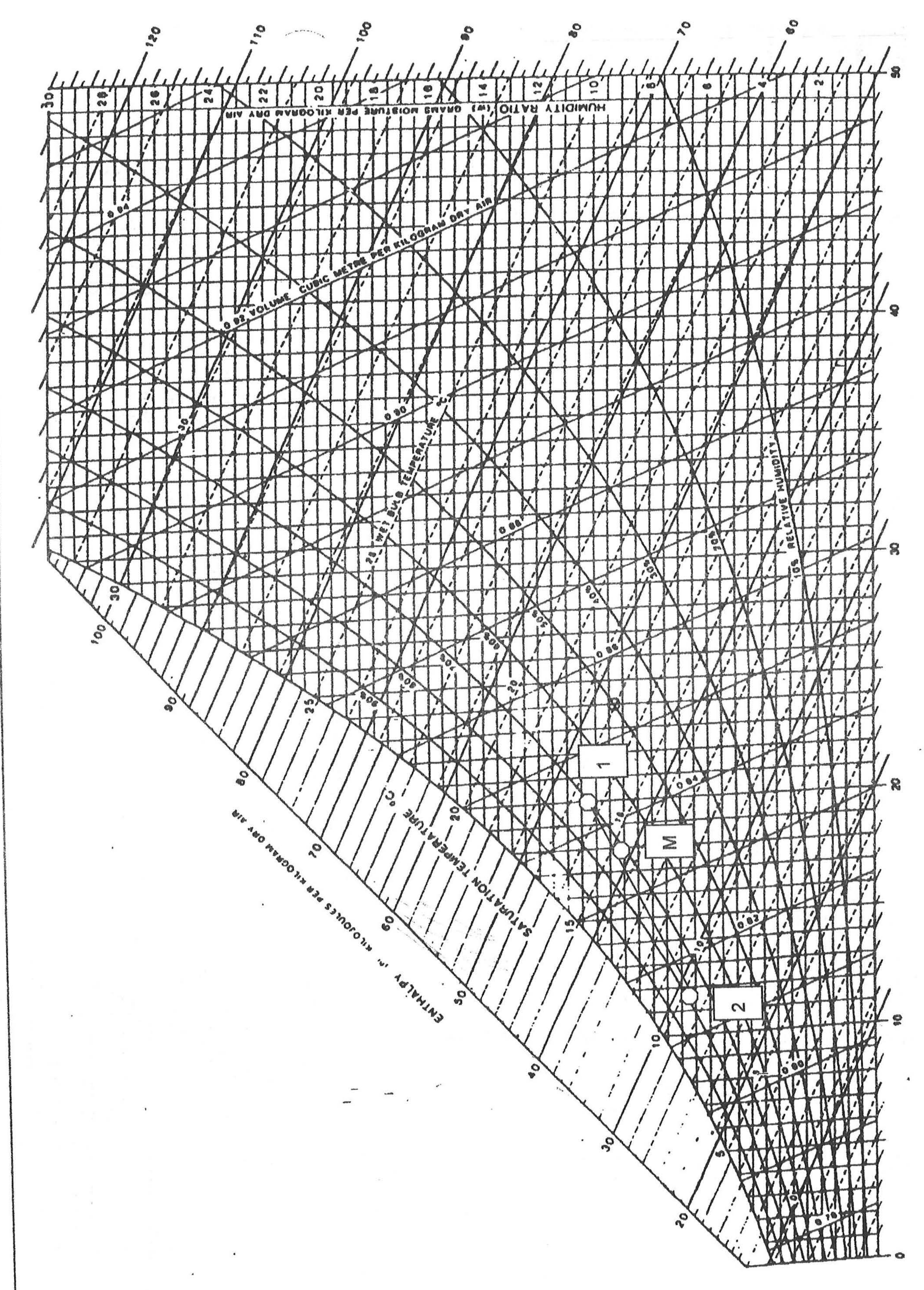


Representar sobre el gráfico la transformación psicrométrica

$$HE_m = \frac{0{,}01 \cdot C_1 / V_{e1} + 0{,}007 \cdot C_2 / V_{e2}}{C_1 / V_{e1} + C_2 / V_{e2}}$$

$$HE_m = \frac{0{,}01 \cdot 2C_2 / V_{e1} + 0{,}007 \cdot C_2 / V_{e2}}{2C_2 / V_{e1} + C_2 / V_{e2}} = 0.009$$




HUMIDITY RATIO (W) GRAMS MOISTURE PER KILOGRAM DRY AIR
VOLUME CUBIC METRE PER KILOGRAM DRY AIR
WET BULB TEMPERATURE
RELATIVE HUMIDITY
SATURATION TEMPERATURE °C
ENTHALPY 'h' KILOJOULES PER KILOGRAM DRY AIR
DRY BULB TEMPERATURE °C
1
M
2



TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

PRÁCTICA 2.1/1(1). Velocidad del metabolismo y condiciones interiores de bienestar. INVIERNO

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		**INICIAL:**
NOMBRE:	Nº EXP.:	**GRUPO:**

El alumno deberá calcular las condiciones de diseño de bienestar de un local, en invierno, manejando el diagrama de confort ASHRAE-KSU.

Localidad: **Valencia**

Actividad: **Hacer una maqueta** (mujer)
Dos momentos: 1.- Quieto de pie pegar piezas (80% de la actividad)
2.- Moviéndose para coger un pincel (20% de la actividad)

CÁLCULO DE LA NUEVA TEMPERATURA DE BIENESTAR:

CONCEPTO	DATOS FIJOS DE DIAGRAMA	DATO DEL LOCAL			CORRECCIÓN
Latitud	42ºN	39,46ºN			+ 0,254 ºC
Altitud	0 m	15,00 m			- 0,03 ºC
Velocidad del metabolismo (met) *(L1-Tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4)*	1 met		Quieto (80%)	Mov (20%)	- 0,38 ºC
		Por metabolismo basal (W/m²)	41,00	41,00	
		Por parte del cuerpo empleada (W/m²)	15,00*	15,00*	
		Por posición estática (W/m²)	30,00**	-	
		Por desplazamiento (W/m²)	-	33,00***	
		TOTAL	86,00	89,00	
		Superficie corporal (m²)	1,60****	1,60****	
		TOTAL (W)	137,60	142,40	
		Promedio: 0,80 x 137,60 + 0,20 x 142,40 = 138,56 W			
		TOTAL (met)		**1,38**	
Velocidad del aire (m/s)	≤ 0,2 m/s	Suelo radiante: 0,00 m/s			----------
Arropamiento (Nivel)	N1 (0,5 clo)	N1 (0,77 clo) Corrección por niveles: N1			0,00 ºC
		Corrección exacta por nº de clo: 0,77 clo *****			- 1,62 ºC
Temperatura media radiante (Diferencia con el ambiente)	Tmr = Ta	Suelo radiante: Tmr - Ta = +1			- 0,50 ºC
				TOTAL:	**- 0,656 ºC** **- 2,276 ºC**

Temperatura efectiva de bienestar de invierno del diagrama: **23 ºC**
Temperatura efectiva de bienestar de invierno del local: **23-0,656 = 22,344 ºC**
23-2,276 = 20,724 ºC

Temperatura seca de bienestar: **22,20 ºC**
20,47 ºC

Humedad relativa de bienestar: **70%** (71+71+68=210/3= 70% Humedad Relativa media de los meses de invierno)

DIAGRAMA CON TEMPERATURAS EFECTIVAS

- - - - - - Temperatura efectiva (°C)

T_{efec} = 22.344ºC
HR = 70%

T_{efec} = 20.724ºC
HR = 70%

Temperatura de bulbo humedo (°C)

Humedad relativa (%)

100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%

Humedad específica (g/kg de aire seco)

32
28
24
20
16
12
8
4
0

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

Temperatura de bulbo seco (°C)

20.47ºC

22.20ºC

*	Trabajo realizado con las manos ligero *(L1 Tabla 3.2)*
**	De pie inclinado *(L1 Tabla 3.3)*
***	Caminando en plano horizontal con una velocidad de 0,3 m/s, 110 W/m^2. 0,3 m/s (*L1 Tabla 3.4)*
****	Superficie estándar para la mujer. Para el cálculo de la superficie, utilizar la expresión de Dubois: $A = 0,202 . m^{0,425} . H^{0,725}$, donde m es la masa en kg y h la altura en m
*****	Cálculo concreto del arropamiento: *(L1 Tabla 3.8)*

Ropa interior: 0,05
Camisa: 0,25
Pantalón: 0,25
Jersey: 0,20
Calzado: 0,02
Total 0,77 clo

Correcciones a realizar a la nueva temperatura efectiva de bienestar

Factor	Variación	Corrección	Signo
Latitud Diagrama: L = 42ºN	Δ1º N	0,1 ºC	L>40º N ⇒negativo L< 40º N ⇒ positivo
	42-39,46 = 2,54	0,254	Positivo
Altitud Diagrama: A = nivel del mar	Δ100 m	0,2 ºC	A> 0,00 ⇒ negativo
	15 m	0,03 ºC	Negativo
Actividad metabólica Diagrama: 1 met	Δ0,1 met	0,1 ºC	M>1 met ⇒ negativo M< 1 met ⇒ positivo
	1,38-1 = 0,38 met	0,38 ºC	negativo
Velocidad del aire Diagrama: 0,20 m/s	Δ0,1 m/s	< 1,2 met ⇒ 0,25 ºC 1,2 met ⇒ 0,5 ºC 2,3 met ⇒ 0,75 ºC 3,5 met ⇒ 1 ºC >4,7 met ⇒ 1,25 ºC	V ≥ 0,2 m/s ⇒ positivo V < 0,2 m/s ⇒ no se corrige
Arropamiento Diagrama: nivel 1	ΔNivel	-3ºC	N>N1 ⇒ negativo N<N1 ⇒ positivo
	N1 a N1 Rango 0,5 clo 0,77-0,50 = 0,27 clo	0ºC 0,5 clo → 3ºC 0,27 clo → x = 1,62ºC	------ Negativo
Temperatura media radiante Diagrama: $T_{mr} = T_a$	$T_{mr} > T_a$ $T_{mr} < T_a$	50% ($T_{mr} - T_a$)	$T_{mr} > T_a$ ⇒ negativo $T_{mr} < T_a$ ⇒ positivo
	Suelo radiante, $T_{mr} > T_a$	50% ($T_{mr} - T_a \approx 1$ºC) = 0,5ºC	Negativo

DATOS PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

Velocidades del aire:	Suelo radiante	0,00 m/s
	Convección natural provocada por radiadores:	0,05 m/s
	Aire acondicionado:	0,25 m/s
	Ventilación natural a través de la ventana abierta:	0,50 m/s
	Gran caudal de ventilación (sistema pasivo de ventilación):	1 ,00m/s
Desplazamientos:	Desplazamientos lentos:	0,1..0,5 m/s
	Paseando:	0,5 m/s
	Caminando:	1 m/s
	Carrera moderada:	3 m/s
	Carrera rápida:	5 ms

Temperatura media radiante:

INVIERNO	
Locales calefactados con sistemas de convección	(Tmr – Ta) ~ - 2
Locales GRANDES calefactados con suelo radiante	(Tmr – Ta) ~ + 2
Locales PEQUEÑOS calefactados con suelo radiante	(Tmr – Ta) ~ + 1
VERANO	
Locales refrigerados con sistemas de convección	(Tmr – Ta) ~ + 2



TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

PRÁCTICA 2.1/1(2). Velocidad del metabolismo y condiciones interiores de bienestar. VERANO

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		**INICIAL:**
NOMBRE:	Nº EXP.:	**GRUPO:**

El alumno deberá calcular las condiciones de diseño de bienestar de un local, <u>en verano</u>, manejando el diagrama de confort ASHRAE-KSU.

Localidad: **Valencia**

Actividad: **Leer** (mujer)

CÁLCULO DE LA NUEVA TEMPERATURA DE BIENESTAR:

CONCEPTO	DATOS FIJOS DEL DIAGRAMA	DATO DEL LOCAL		CORRECCIÓN
Latitud	42ºN	39,46ºN		+ 0,254 ºC
Altitud	0 m	15,00 m		- 0,03 ºC
Velocidad del metabolismo (met)		Por metabolismo basal (W/m^2)	41,00	
		Por parte del cuerpo empleada (W/m^2)	15,00*	
		Por posición estática (W/m^2)	10,00**	
(L1-Tablas 3.1,3.2,3.3,3.4)	1 met	Por desplazamiento (W/m^2)	-	- 0,06 ºC
		TOTAL	66,00	
		Superficie corporal (m^2)	1,60***	
		TOTAL (W)	105,60	
		TOTAL (met)	**1,06**	
Velocidad del aire (m/s)	≤ 0,2 m/s	Aire acondicionado: 0,25 m/s		+ 0,125 ºC
Arropamiento (Nivel)	N1 (0,5 clo)	N0 (0 clo) Corrección por niveles: N0 Corrección exacta: 0,26 clo ****		0,00 ºC +1,44 ºC
Temperatura media radiante (Diferencia con el ambiente)	Tmr = Ta	Local refrigerado: Tmr - Ta = +2		- 1,00 ºC
			TOTAL:	**- 0,711ºC** **+0,729 ºC**

Temperatura efectiva de bienestar de verano del diagrama: **25 ºC**

Temperatura efectiva de bienestar de verano del local: **25-0,711= 24,289 ºC**
25+0,729 = 25,729 ºC

Temperatura seca de bienestar: **24,289 ºC**
25,729 ºC

Humedad relativa de bienestar: **50%** Por disponer de un sistema de aire acondicionado.

* Trabajo realizado con las manos ligero (*L1 Tabla 3.2)*

** Sentado *(L1 Tabla 3.3)*

*** Superficie estándar para la mujer. Para el cálculo de la superficie utilizar la expresión de Dubois: $A = 0{,}202 \cdot m^{0{,}425} \cdot H^{0{,}725}$, donde m es la masa en kg y h la altura en m

**** Cálculo concreto del arropamiento: *(L1 Tabla 3.8)*

Ropa interior: 0,03
Camisa: 0,15
Pantalón: 0,06
Calzado: 0,02 Total 0,26 clo

Correcciones a realizar a la nueva temperatura efectiva de bienestar

Factor	Variación	Corrección	Signo
Latitud Diagrama: L = 42ºN	Δ1º N	0,1 ºC	L>40º N ⇒negativo L< 40º N ⇒ positivo
	40-39,46 = 0,54	0,054	Positivo
Altitud Diagrama: A = nivel del mar	Δ100 m	0,2 ºC	A> 0,00 ⇒ negativo
	15 m	0,03 ºC	Negativo
Actividad metabólica Diagrama: 1 met	Δ0,1 met	0,1 ºC	M>1 met ⇒ negativo M< 1 met ⇒ positivo
	1,06-1 = 0,06 met	0,06 ºC	Negativo
Velocidad del aire Diagrama: 0,20 m/s	Δ0,1 m/s	< 1,2 met ⇒ 0,25 ºC 1,2 met ⇒ 0,5 ºC 2,3 met ⇒ 0,75 ºC 3,5 met ⇒ 1 ºC >4,7 met ⇒ 1,25 ºC	V ≥ 0,2 m/s ⇒ positivo V < 0,2 m/s ⇒ no se corrige
	0,25 - 0,2 = 0,05 m/s Aire acondicionado	1,06 met<1,2 met → 0,25 ºC 0,1m/s → 0,25ºC 0,05m/s → x = 0,125ºC	Positivo
Arropamiento Diagrama: nivel 1	ΔNivel	3ºC	N>N1 ⇒ negativo N<N1 ⇒ positivo
	N1 a N0 Rango 0,5 0,50-0,26 = 0,24 clo	3ºC 0,50 clo → 3ºC 0,24 clo → x = 1,44ºC	Positivo Positivo
Temperatura media radiante Diagrama: $T_{mr} = T_a$	$T_{mr} > T_a$ $T_{mr} < T_a$	50% $(T_{mr} - T_a)$	$T_{mr} > T_a$ ⇒ negativo $T_{mr} < T_a$ ⇒ positivo
	Local refrigerado $T_{mr} > T_a$	50% $(T_{mr} - T_a \approx 2ºC)$ = 1ºC	Negativo

DATOS PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

Velocidades del aire:

Velocidades del aire:	Suelo radiante	0,00 m/s
	Convección natural provocada por radiadores:	0,05 m/s
	Aire acondicionado:	0,25 m/s
	Ventilación natural a través de la ventana abierta:	0,50 m/s
	Gran cuadal de ventilación (sistema pasivo de ventilación):	1 ,00m/s
Desplazamientos:	Desplazamientos lentos:	0,1..0,5 m/s
	Paseando:	0,5 m/s
	Caminando:	1 m/s
	Carrera moderada:	3 m/s
	Carrera rápida:	5 ms

Temperatura media radiante:

INVIERNO

Locales calefactados con sistemas de convección	(Tmr – Ta) ~ - 2
Locales GRANDES calefactados con suelo radiante	(Tmr – Ta) ~ + 2
Locales PEQUEÑOS calefactados con suelo radiante	(Tmr – Ta) ~ + 1

VERANO

Locales refrigerados con sistemas de convección	(Tmr – Ta) ~ + 2

TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

PRÁCTICA 2.3(1). Manejo de magnitudes acústicas

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		**INICIAL:**
NOMBRE:	Nº EXP.:	**GRUPO:**

El alumno deberá calcular los niveles de potencia, intensidad y presión acústica provocados por tres fuentes sonoras simultáneas de 0,10 W, 0,20 W y 0,30 W, situadas en una de las paredes de un local de su edificio. El punto de cálculo será el punto medio de la pared del fondo (y estará aproximadamente a la misma distancia de las tres fuentes).

CARACTERÍSTICAS DE LA SALA

Dimensiones: **5 x 4 m**

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA FUENTE

$W_1 = 0{,}1$ W $\qquad W_2 = 0{,}2$ W $\qquad W_3 = 0{,}3$ W

$$Lw = 10\cdot\log\frac{W}{W_0}$$ *(L3-Fórmula 2.5)*

$$L_{w1} = 10\cdot\log\frac{0{,}1}{10^{-12}} = \mathbf{110\ dB} \qquad L_{w2} = 10\cdot\log\frac{0{,}2}{10^{-12}} = \mathbf{113{,}01\ dB} \qquad L_{w3} = 10\cdot\log\frac{0{,}3}{10^{-12}} = \mathbf{114{,}77\ dB}$$

$$I = \frac{W}{A} = \frac{W}{4\cdot\pi\cdot r^2}$$ *(L3-Fórmula 2.3)*

$$I_1 = \frac{0{,}1}{4\cdot\pi\cdot 5^2} = 3{,}18\cdot 10^{-4}\ W/m^2 \qquad I_2 = \frac{0{,}2}{4\cdot\pi\cdot 5^2} = 6{,}37\cdot 10^{-4}\ W/m^2 \qquad I_3 = \frac{0{,}3}{4\cdot\pi\cdot 5^2} = 9{,}55\cdot 10^{-4}\ W/m^2$$

$$L_I = 10\cdot\log\frac{I}{I_0}$$ $I_0 = 10^{-12}$ *(L3-Fórmula 2.6)*

$$L_{I1} = 10\cdot\log\frac{3{,}18\cdot 10^{-4}}{10^{-12}} = \mathbf{85{,}02\ dB} \qquad L_{I2} = 10\cdot\log\frac{6{,}37\cdot 10^{-4}}{10^{-12}} = \mathbf{88{,}04\ dB} \qquad L_{I3} = 10\cdot\log\frac{9{,}55\cdot 10^{-4}}{10^{-12}} = \mathbf{89{,}80\ dB}$$

$$P^2 = I\cdot(\rho\cdot c) \qquad \rho = 1{,}10\ kg/m^3$$
$$P^2 = W\cdot\left(\frac{\rho\cdot c}{4\cdot\pi\cdot r^2}\right) \qquad c = 345\ m/s$$

(L3-Fórmula 2.4)

$P_1^2 = 3{,}18\cdot 10^{-4}\cdot 1{,}1\cdot 345 = 0{,}12$ Pa $\qquad P_2^2 = 6{,}37\cdot 10^{-4}\cdot 1{,}1\cdot 345 = 0{,}24$ Pa $\qquad P_3^2 = 9{,}55\cdot 10^{-4}\cdot 1{,}1\cdot 345 = 0{,}36$ Pa

$$L_P = 10 \cdot \log \frac{P^2}{P_0^{\ 2}} \qquad P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$$

(L3-Fórmula 2.7)

$$L_{P1} = 10 \cdot \log \frac{0{,}121}{\left(2 \cdot 10^{-5}\right)^2} = \mathbf{84{,}77}\ \text{dB} \qquad L_{P2} = 10 \cdot \log \frac{0{,}242}{\left(2 \cdot 10^{-5}\right)^2} = \mathbf{87{,}78}\ \text{dB}$$

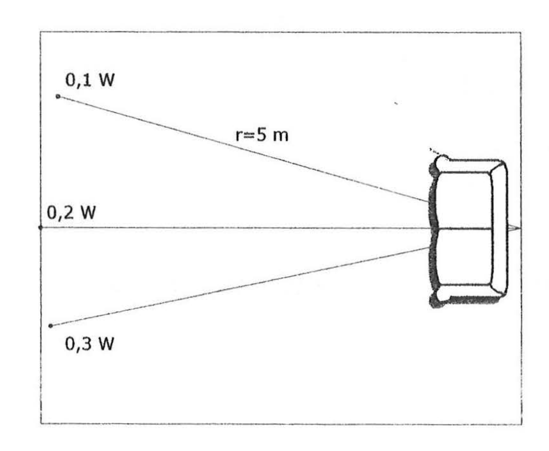
$$L_{P3} = 10 \cdot \log \frac{0{,}362}{\left(2 \cdot 10^{-5}\right)^2} = \mathbf{89{,}52}\ \text{dB}$$

DATOS CORRESPONDIENTES A AMBAS FUENTES

Suma de niveles:

L_{W1}= 110 dB L_{W2}= 113,01 dB	113,01-110 = 3,01 → *L3. Tabla 2.1*:	**1,8** + 113,01 = **114,81 dB**
L_{W12} = 114,81 dB L_{W3} = 114,77 dB	114,81-114,77≈0 → *L3. Tabla 2.1*:	**3** + 114,80 = **117,80 dB**
L_{I1}= 85,02 dB L_{I2}= 88,04 dB	88,04-85,02= 3,02 → *L3. Tabla 2.1*:	**1,8** + 88,04 = **89,84 dB**
L_{I12} = 89,84 dB L_{I3} = 89,80 dB	89,84-89,80 ≈0 → *L3. Tabla 2.1*:	**3** + 89,84 = **92,84 dB**
L_{P1}= 84,77 dB L_{P2}= 87,78 dB	87,78-84,77 = 3,01 → *L3. Tabla 2.1*:	**1,8** + 87,78 = **89,58 dB**
L_{P12} = 89,58 dB L_{P3} = 89,52 dB	89,58-89,52 ≈0 → *L3. Tabla 2.1*:	**3** + 89,58 = **92,58 dB**

Esquema de situación de las tres fuentes sonoras





TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

PRÁCTICA 2.3(2). Manejo de magnitudes acústicas

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		**INICIAL:**
NOMBRE:	Nº EXP.:	**GRUPO:**

El alumno deberá calcular los niveles de potencia, intensidad y presión acústica provocados por el sistema de cine en casa. En dicho sistema participan seis fuentes sonoras simultáneas; una de 30 W encima del televisor y enfrentada al receptor, cuatro de 20 W dispuestas a ambos lados del televisor y a ambos lados del receptor y una de 10 W en una de las paredes laterales (disposición según esquema adjunto). El punto de cálculo será el punto donde se sitúa el receptor.

CARACTERÍSTICAS DE LA SALA

Dimensiones: **5 x 4 m**

DATOS CORRESPONDIENTES A CADA FUENTE

$W_{1\text{-}2\text{-}3\text{-}4}$= 20 W W_5= 30 W W_6= 10 W

$$Lw = 10 \cdot \log \frac{W}{W_0} \qquad W_o = 10^{-12}\,W$$

(L3-Fórmula 2.5)

$$L_{w1-2-3-4} = 10 \cdot \log \frac{20}{10^{-12}} = \textbf{133,01 dB} \qquad L_{w5} = 10 \cdot \log \frac{30}{10^{-12}} = \textbf{134,77 dB}$$

$$L_{w\,6} = 10 \cdot \log \frac{10}{10^{-12}} = \textbf{130,00 dB}$$

$$I = \frac{W}{A} = \frac{W}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$$

(L3-Fórmula 2.3)

$$I_{1-2} = \frac{20}{4 \cdot \pi \cdot 5^2} = 0{,}06\ \text{W/m}^2 \qquad I_{3-4} = \frac{20}{4 \cdot \pi \cdot 5^2} = 0{,}06\ \text{W/m}^2$$

$$I_3 = \frac{30}{4 \cdot \pi \cdot 5^2} = 0{,}10\ \text{W/m}^2 \qquad I_6 = \frac{10}{4 \cdot \pi \cdot 5^2} = 0{,}03\ \text{W/m}^2$$

$$L_I = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \qquad I_0 = 10^{12}$$

(L3-Fórmula 2.6)

$$L_{I1-2} = 10 \cdot \log \frac{0{,}06}{10^{-12}} = \textbf{116,02 dB} \qquad L_{I_{3-4}} = 10 \cdot \log \frac{0{,}06}{10^{-12}} = \textbf{107,78 dB}$$

$$L_{I5} = 10 \cdot \log \frac{0{,}10}{10^{-12}} = \textbf{109,54 dB} \qquad L_{I6} = 10 \cdot \log \frac{0{,}03}{10^{-12}} = \textbf{109,03 dB}$$

$P^2 = I\cdot(\rho\cdot c)$	$\rho = 1{,}10\ kg/m^3$
$P^2 = W\cdot(\frac{\rho\cdot c}{4\cdot\pi\cdot r^2})$	$c = 345\ m/s$

(L3-Fórmula 2.4)

$P_{1\text{-}2}^2 = 20\cdot(\frac{1{,}10\cdot 345}{4\cdot\pi\cdot 2^2})$ **= 150,00 Pa**

$P_{3\text{-}4}^2 = 20\cdot(\frac{1{,}10\cdot 345}{4\cdot\pi\cdot 5^2})$ **= 24,16 Pa**

$P_5^2 = 30\cdot(\frac{1{,}10\cdot 345}{4\cdot\pi\cdot 5^2})$ **= 36,24 Pa**

$P_6^2 = 10\cdot(\frac{1{,}10\cdot 345}{4\cdot\pi\cdot 3{,}2^2})$ **= 29,49 Pa**

$L_P = 10\cdot\log\frac{P^2}{P_0^2}$	$P_0 = 2\cdot 10^5$

(L3-Fórmula 2.7)

$L_{P1-2} = 10\cdot\log\frac{150}{(2\cdot 10^{-5})^2}$ **= 115,74 dB**

$L_{P3-4} = 10\cdot\log\frac{24{,}16}{(2\cdot 10^{-5})^2}$ **= 107,81 dB**

$L_{P5} = 10\cdot\log\frac{36{,}24}{(2\cdot 10^{-5})^2}$ **= 109,57 dB**

$L_{P6} = 10\cdot\log\frac{29{,}49}{(2\cdot 10^{-5})^2}$ **= 108,68 dB**

DATOS CORRESPONDIENTES A TODAS LAS FUENTES

Fuente/Nivel	1	2	3	4	5	6
L_W	133,01	133,01	133,01	133,01	134,77	130,00
L_I	116,02	116,02	107,78	107,78	109,54	109,03
L_P	115,74	115,74	107,81	107,81	109,57	108,68

Suma de niveles:

L_{W5}= 134,77 dB
L_{W1}= 133,01 dB

134,77-133,01 = 1,76 → *L3. Tabla 2.1*: **2,20** + 134,77 = **136,97≈137 dB**

L_{W5+1} = 137 dB
L_{W2} = 133,01 dB

137-133,01=3,99 ≈ 4 → *L3. Tabla 2.1*: **1,5** + 137 = **138,50 dB**

L_{W5+1+2} = 138,50 dB
L_{W3} = 133,01 dB

138,50-133,01=5,49 → *L3. Tabla 2.1*: **1,10** + 138,50 = **139,60 dB**

$L_{W5+1+2+3}$ = 139,60 dB
L_{W4} = 133,01 dB

139,60-133,01=6,59 → *L3. Tabla 2.1*: **0,88** + 139,60 = **140,48 dB**

$L_{W5+1+2+3+4}$ = 140,48 dB
L_{W6} = 130,00 dB

140,48-130,00=10,48 → *L3. Tabla 2.1*: **0,35** + 140,48 = **140,83 dB**

Para la suma de niveles de Intensidad utilizaremos la expresión:

$$L_{I\ resultado} = 10 \,.\, \log (10^{0,1.L1} + 10^{0,1\cdot L2} + 10^{0,1\cdot L3} + 10^{0,1\cdot L4} + 10^{0,1\cdot L5} + 10^{0,1\cdot L6})$$

$$L_{I\ resultado} = 10 \,.\, \log (10^{0,1.116,02} + 10^{0,1.116,02} + 10^{0,1.107,78} + 10^{0,1.107,78} + 10^{0,1.109,54} + 10^{0,1.109,03})$$

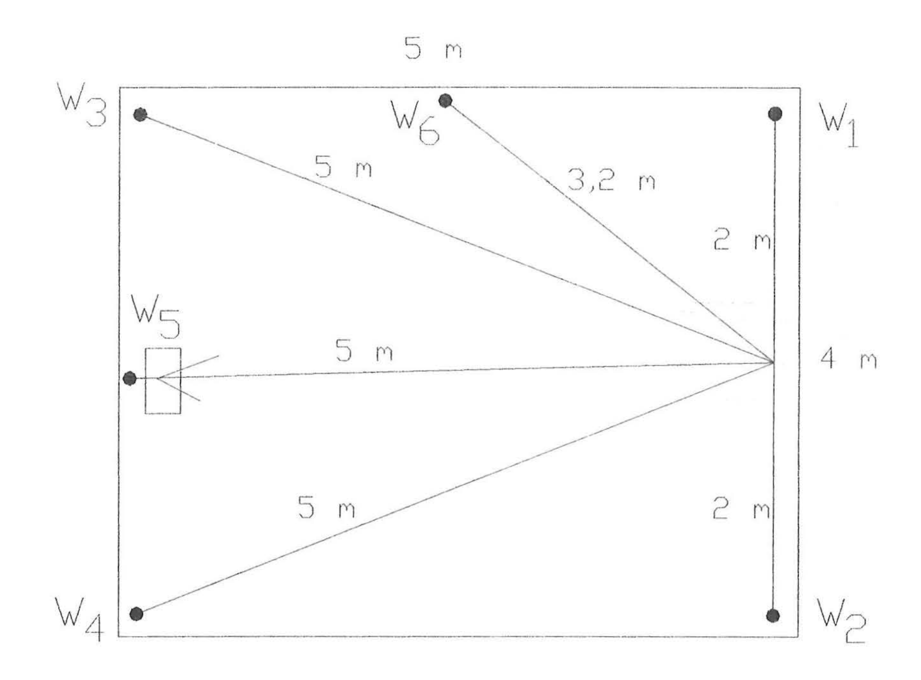
$L_{I\ resultado}$ = **120,35 dB**

Para la suma de niveles de presión: sumaremos las magnitudes absolutas y tomaremos logaritmos

$P^2_1 = P^2_2 = 150{,}00$ Pa $\Rightarrow P_1 = P_2 = 12{,}25$ Pa
$P^2_3 = P^2_4 = 24{,}16$ Pa $\Rightarrow P_3 = P_4 = 4{,}91$ Pa
$P^2_5 = 36{,}24$ Pa $\Rightarrow P_5 = 6{,}02$ Pa
$P^2_6 = 29{,}49$ Pa $\Rightarrow P_1 = 5{,}43$ Pa

$P_{1+2+3+4+5+6} = 414{,}05$ Pa

$L_{P1+2+3+4+5+6} = 10 \,.\, \log (414{,}05/(2.10^{-5})^2)$ = **120,15 dB**





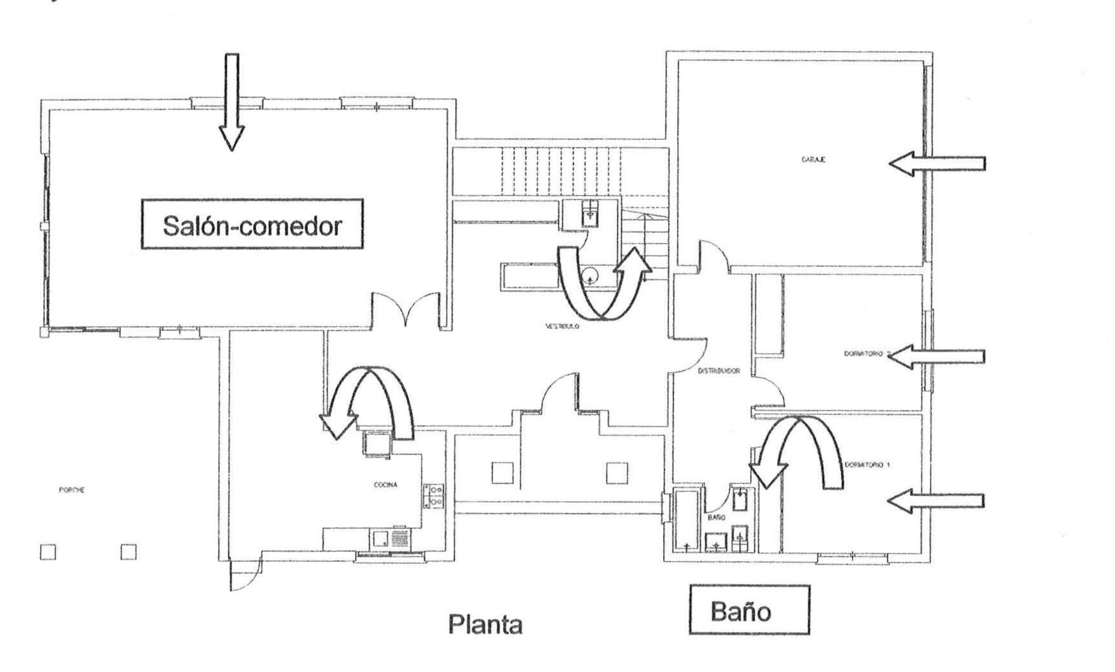
TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

PRÁCTICA 2.4. Caudales de ventilación

DATOS DEL ALUMNO

APELLIDOS:		**INICIAL:**
NOMBRE:	Nº EXP.:	**GRUPO:**

El alumno deberá calcular el caudal de ventilación de admisión del salón-comedor y el caudal de extracción del baño de planta baja.



Planta

CÁLCULO DE CAUDALES		
USO	**CAUDAL DE ADMISIÓN (l/s)**	**CAUDAL DE EXTRACCIÓN (l/s)**
Salón-comedor	10 personas x 3* l/s = 30 (Tabla 2.1 CTE)	
Cocina		2 x 22,70 m^2 = 45,40
Aseo		15
Dormitorio	2 personas x 5* l/s = 10 (Tabla 2.1 CTE)	
Dormitorio	2 personas x 5 l/s = 10 (Tabla 2.1. CTE)	
Baño		15
TOTAL	50,00 l/s	75,40 l/s

EQUILIBRADO DE CAUDALES	75,40 l/s Aumentar 25,40 l/s	75,40 l/s
USO	**CAUDALES EQUILIBRADOS 25,40/3 = 8,47 l/s**	
Salón-comedor	30+8,47 = 38,47	
Cocina		45,40
Aseo		15
Dormitorio	10 + 8,47 = 18,47	
Dormitorio	10 + 8,47 = 18,47	
Baño		15

* L4- HS3 Calidad del Aire Interior

CUADERNO

222.01

CATÁLOGO Y PEDIDOS EN

http://www.aq.upm.es/of/jherrera

info@mairea-libros.com

84-9728-208-6

